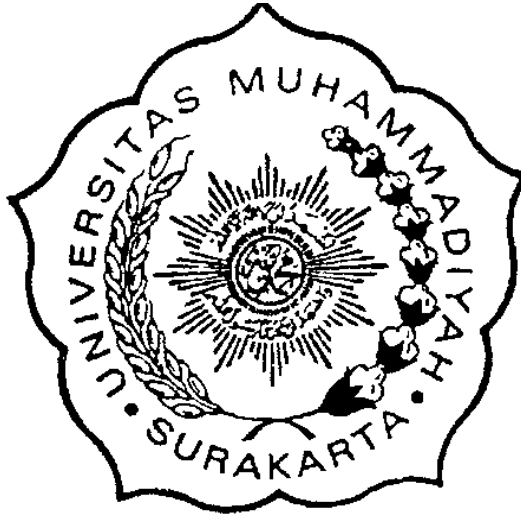


**PEMANFAATAN LIMBAH PADAT SISA PEMBAKARAN  
BOILER UNTUK PENURUNAN KADAR AMONIA DALAM  
LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada Jurusan  
Teknik Kimia Fakultas Teknik**

**Oleh:**

**INTAN WULANSARI**

**D 500 130 061**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2017**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**PEMANFAATAN LIMBAH PADAT SISA PEMBAKARAN  
BOILER UNTUK PENURUNAN KADAR AMONIA DALAM  
LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU**

**PUBLIKASI ILMIAH**

oleh:

**INTAN WULANSARI**

**D 500 130 061**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



**Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D.**

**NIDN.892**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PEMANFAATAN LIMBAH PADAT SISA PEMBAKARAN  
BOILER UNTUK PENURUNAN KADAR AMONIA DALAM  
LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU**

**OLEH**

**INTAN WULANSARI**

**D 500 130 061**

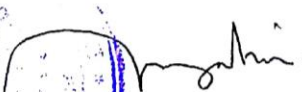
Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Pada hari: 14 Februari, 2017  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

**Dewan Penguji:**

1. Rois Fatoni, ST., M.Sc., PhD  
(Ketua Dewan Penguji)
2. Dr.Ir.Ahmad M.Fuadi, MT  
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Hamid Abdillah, ST, MT.  
(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)  
(.....)  
(.....)

**Dekan,**

  
**Ir. H. Sri Sumaryono., M.T., Ph.D**  
**NIK. 682**

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka saya akan pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 6 September 2017

Penulis



**INTAN WULANSARI**

**D 500 130 061**

# **PEMANFAATAN LIMBAH PADAT SISA PEMBAKARAN BOILER UNTUK PENURUNAN KADAR AMONIA DALAM LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU**

## **Abstrak**

Dalam proses produksinya, industri tahu menghasilkan limbah padat dan limbah cair. Limbah padat dihasilkan dari proses penyaringan dan penggumpalan serta sisa pembakaran. Sedangkan limbah cairnya dihasilkan dari proses pencucian, perebusan, pengepresan dan pencetakan tahu. Kandungan protein dalam kedelai dan asam cuka yang ditambahkan dalam proses pembuatan tahu akan menyebabkan limbah cair tahu mengandung amonia dalam konsentrasi yang tinggi. Dari penelitian yang dilakukan didapatkan konsentrasi amonia awal sebelum perlakuan yaitu sebesar 30,286 mg/L, setelah dikontakkan arang aktif didapatkan kondisi optimum untuk menurunkan amonia yaitu dengan menggunakan arang yang diaktifkan dengan HCl konsentrasi 0,5 M, dengan penambahan arang aktif sebesar 1,5 gram dan waktu pengadukan 100 menit. Dari kondisi optimum tersebut didapatkan konsentrasi amonia setelah perlakuan sebesar 2,249 mg/L dengan efektivitas sebesar 92,57%.

**Kata kunci :** limbah cair industri tahu, amonia, arang aktif

## **Abstract**

In the production process, the tofu industry produces solid waste and liquid waste. Solid waste is generated from the filtration and clotting process and residual combustion. While the liquid waste generated from the washing process, boiling, pressing and printing tofu. Protein content in soy and vinegar added in the process of tofu production will cause tofu waste to contain ammonia in high concentrations. From the research, the initial ammonia concentration before treatment was 30,286 mg/L. whereas after contacting activated charcoal, the optimum condition was obtained to reduce ammonia by using activated charcoal with concentration HCl 0.5 M, with active charcoal addition of 1.5 gram and 100 minute stirring time. From the optimum condition, the ammonia concentration after treatment was 2,249 mg/L with effectiveness of 92,57%.

**Keyword :** liquid waste tofu industries, ammonia, activated charcoal

## **1. PENDAHULUAN**

Bahan baku tahu diantaranya adalah kedelai, air, dan cuka. Kandungan protein dalam kedelai dan cuka inilah yang menimbulkan bau pada limbah cair tahu karena adanya pemecahan protein yang mengandung sulfur tinggi oleh mikroba alam (An ADHD educational intervention for elementary schoolteachers: A pilot study., 1998). Selain protein, limbah tahu juga mengandung karbohidrat dan lemak yang mula-mula di ubah menjadi senyawa yang lebih sederhana, yakni glukosa, gliserol, asam lemak, dan asam amino. Asam amino merupakan hasil perombakan protein yang akan dioksidasi menjadi nitrogen amonia ( $\text{NH}_3$ ) dan senyawa karboksil. Amonia dioksidasi menjadi

nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ) dan apabila oksigen masih tersedia dioksidasi lagi menjadi nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) (Irmanto dan Suyata, 2009; Nurhasan dan Pramudyanto, 1997).

Bahan organik dalam limbah cair tahu umumnya mengandung konsentrasi yang tinggi, dan menyebabkan pencemaran apabila tidak diolah terlebih dahulu. Meskipun metode penanganan limbah sudah berkembang pesat, akan tetapi Industri tahu umumnya merupakan industri yang kecil sehingga untuk pengolahan limbahnya terbentur biaya yang harus dikeluarkan. Berdasarkan permasalahan tersebut perlu diadakannya penelitian mengenai pengolahan limbah cair yang mudah dan efisien. Salah satunya adalah menggunakan metode arang aktif sisa pembakaran boiler. Arang aktif merupakan padatan berpori yang dihasilkan dari bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Pada umumnya industri tahu sudah menggunakan boiler dimana pada pembakarannya menghasilkan abu yang banyak dan tidak digunakan lagi. Oleh karena itu perlu dilakukan adanya pemanfaatan abu sisa pembakaran boiler ini yakni digunakan sebagai adsorben dalam mengurangi kadar amonia dalam limbah cair tahu.

Penelitian mengenai pengolahan limbah cair tahu telah banyak dilakukan. Irmanto dan Suyata (2011) pernah melakukan penelitian penurunan kadar amonia, nitrit, dan nitrat limbah cair industri tahu menggunakan arang aktif dari ampas kopi. Dari penelitian tersebut diperoleh persentase penurunan kadar amonia, nitrit dan nitrat berdasarkan hasil perhitungan yaitu kadar amonia sebesar 64,69%, nitrit sebesar 52,35%, dan nitrat sebesar 86,40% (Irmanto dan Suyata., 2009). Dan (Khofiyandita dkk,2015) pernah melakukan penelitian tentang penggunaan abu untuk menurunkan kadar amonia, nitrit, dan nitrat limbah cair tahu dengan waktu kontak 0, 30,90, dan 120 menit. Penelitian tersebut mencapai optimum pada waktu 120 menit untuk ammonia, 90 menit untuk nitrat dan 30 menit untuk nitrit. Akan tetapi adsorben yang digunakan adalah dari abu sisa pembakaran kulit kapuk. Sehingga yang membedakan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah penggunaan adsorben dari sisa pembakaran sekam padi serta perbedaan variabel yang digunakan.

## **2. METODE**

Analisa kadar amonia di lakukan dengan menggunakan metode *Nessler*. Dimana dengan penambahan pereaksi nessler dalam limbah cair tahu akan membentuk dispersi koloid yang berwarna kuning coklat. Intensitas warna yang terjadi berbanding lurus dengan konsentrasi amonia yang ada dalam sampel. Dengan terbentuknya senyawa berwarna kuning/orange dari reaksi ammonia dengan pereaksi *Nessler*, maka keberadaan ammonia secara kuantitatif dapat dihitung dengan metode spektrometri pada panjang gelombang yang telah ditetapkan.

## **2.1. Alat yang digunakan dalam penelitian :**

- |                      |                     |
|----------------------|---------------------|
| a. Corong            | j. labu ukur        |
| b. <i>Centrifuge</i> | k. Magnetik stirrer |
| c. Botol timbang     | l. Neraca analitik  |
| d. Desikator         | m. Pengaduk kaca    |
| e. Erlenmeyer        | n. Pipet tetes      |
| f. Gelas beaker      | o. Pipet ukur       |
| g. Gelas ukur        | p. Pipet volume     |
| h. Hot plate         | q. PH meter         |
| i. Kaca arloji       | r. Spektrofotometer |

## **2.2. Bahan yang digunakan dalam penelitian :**

- a. limbah cair industri tahu
- b. abu sisa pembakaran boiler
- c. HCl
- d. Aquades
- e.  $\text{H}_2\text{SO}_4$
- f.  $\text{NH}_4\text{Cl}$
- g. Pereaksi *Nessler* :
  - NaOH
  - KI
  - $\text{HgI}_2$

## **2.3. Tahapan-tahapan penelitian :**

### **2.3.1 Pengambilan sampel**

pengambilan sampel abu di ambil dari abu sisa pembakaran boiler. Sedangkan pengambilan sampel limbah cair yang diambil adalah cairan yang terpisah dari gumpalan tahu yang disebut dengan air dadih (*whey*) yang mengalir sebelum masuk pada saluran pembuangan.

### **2.3.2 Pembuatan arang aktif**

Abu direndam dalam larutan pengaktif HCl selama 48 jam. Larutan HCl yang digunakan yaitu dengan konsentrasi 0,5 M, 1 M, dan 2 M. Larutan kemudian dicuci dengan aquades sampai netral dan di saring dengan kertas saring. Selanjutnya abu dikeringkan dalam oven dengan temperatur 70-80°C. Setelah kering abu disimpan di dalam desikator.

### **2.3.3 Pembuatan kurva kalibrasi**

- a. Membuat larutan induk amonia 1000 ppm

Menimbang 0,9548 g  $\text{NH}_4\text{Cl}$  lalu dilarutkan dengan aquadest, setelah itu di masukkan dalam labu ukur 250 ml dan di tambahkan aquadest hingga tanda batas. Kocok dan homogenkan.

b. Membuat larutan standar 50 ppm

Mengambil 5 ml larutan induk amonia, lalu dimasukkan dalam labu ukur 100 ml. Kemudian di encerkan dalam aquades hingga tanda batas. Kocok dan homogenkan.

c. Membuat larutan seri standar 20 ppm dalam labu ukur 100 ml

Mengambil 40 ml larutan standar 50 ppm. Lalu dimasukkan dalam labu ukur 100 ml dan di tambahkan aquades hingga tanda batas. Kocok dan homogenkan.

d. Membuat larutan seri standar 10 ppm dalam labu ukur 100 ml

Mengambil 50 ml larutan seri standar 20 ppm. Lalu dimasukkan dalam labu ukur 100 ml dan di tambahkan aquades hingga tanda batas. Kocok dan homogenkan.

e. Membuat larutan seri standar 5 ppm dalam labu ukur 100 ml

Mengambil 50 ml larutan seri standar 10 ppm. Lalu dimasukkan dalam labu ukur 100 ml dan di tambahkan aquades hingga tanda batas. Kocok dan homogenkan.

f. Membuat larutan seri standar 1 ppm dalam labu ukur 100 ml

Mengambil 20 ml larutan seri standar 5 ppm. Lalu dimasukkan dalam labu ukur 100 ml dan di tambahkan aquades hingga tanda batas. Kocok dan homogenkan.

#### 2.3.4 Penentuan kadar amonia

a. Penentuan konsentrasi HCl dan berat karbon aktif optimum

Sebanyak 100 ml limbah cair industri tahu dimasukkan kedalam erlemeyer ukuran 250 mL, kemudian ditambah abu dengan variasi berat yaitu 0,5 gram, 1 gram, 1,5 gram, dan 2 gram. Abu yang di gunakan dengan variasi konsentrasi HCl 0,5 M, 1 M dan 2 M. Campuran diaduk selama 10 menit. Campuran di diamkan selama 5 menit agar karbon aktif mengendap. Lalu larutan di masukkan dalam tabung centrifuge dan di lakukan pemusingan dengan kecepatan 3000 rpm dengan waktu 10 menit. Selanjutnya larutan diambil 50 ml dan di tambahkan 1 ml larutan *nessler* dan di diamkan selama 10 menit. Kemudian diukur kadar amonia secara spektrofotometri dengan panjang gelombang 425 nm.

b. Penentuan waktu kontak optimum

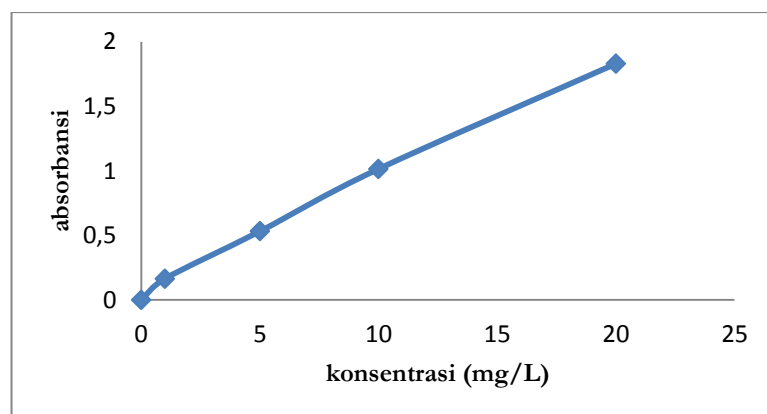
Sebanyak 100 ml limbah cair industri tahu di masukkan kedalam erlemeyer ukuran 250 mL, kemudian ditambah abu dengan berat dan konsentrasi HCl optimum. Lalu campuran diaduk selama 20 menit. Campuran di diamkan selama 5 menit agar karbon aktif mengendap. Lalu larutan di masukkan dalam tabung centrifuge dan di lakukan



pemusingan dengan kecepatan 3000 rpm dengan waktu 10 menit. Selanjutnya larutan diambil 50 ml dan di tambahkan 1 ml larutan *nessler* dan di diamkan selama 10 menit. Kemudian diukur kadar amonia secara spektrofotometri dengan panjang gelombang 425 nm. Dilakukan pengulangan dengan variasi pengadukan 50 menit, 100 menit dan 150 menit.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

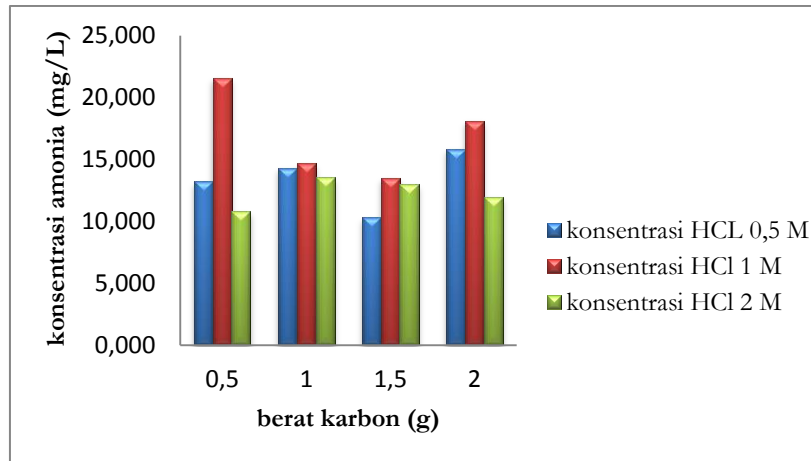
Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui penurunan kadar amonia pada limbah cair industri tahu sebelum dan setelah dikontakkan dengan karbon aktif dari abu sisa pembakaran boiler. Limbah tahu yang digunakan diambil dari industri tahu di desa Grasak kabupaten Boyolali, sedangkan abu sisa pembakaran boiler di dapatkan dari industri tahu di desa Weru kabupaten Sukoharjo. Penentuan kadar amonia dilakukan dengan metode *nessler*. Dengan terbentuknya senyawa berwarna kuning/orange dari reaksi ammonia dengan pereaksi *nessler*, maka keberadaan ammonia secara kuantitatif dapat dihitung. Konsentrasi sampel didapatkan dengan membandingkan absorbansi sampel dengan kurva standar. Deret standar yang digunakan berbeda-beda bertujuan untuk membedakan absorbansi dari setiap deret standar. Konsentrasi amonia yang digunakan dalam deret standar adalah 0,1,5,10, dan 20 ppm. Dari data standar amonia tersebut di dapatkan grafik sebagai berikut :



Gambar 1. Grafik Kurva Standar

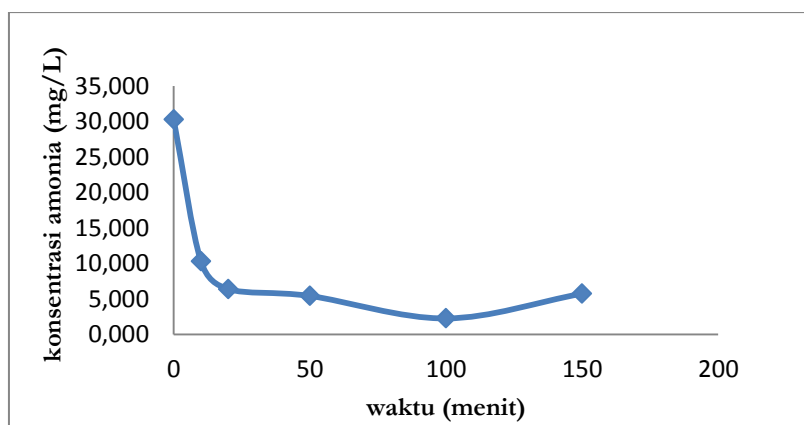
Pengukuran dilakukan pada panjang gelombang 425 nm sebab panjang gelombang ini spesifik untuk amonia dengan pereaksi *nessler*. Serta pada panjang gelombang 425 nm tersebut digunakan khusus untuk larutan dengan warna komplementer yaitu warna kuning. Kelayakan suatu kurva kalibrasi diuji dengan uji kelinieran kurva. Uji ini diperoleh dengan penentuan koefisien korelasi (R) yang merupakan ukuran kesempurnaan hubungan antara konsentrasi larutan standar dengan absorbansi larutan. Nilai R menyatakan bahwa terdapat korelasi yang linier antara konsentrasi dan

absorbansi dan hampir semua terletak pada satu garis lurus dengan gradien yang positif. Dari kurva standar dapat diketahui bahwa, persamaan garis yang menyatakan hubungan antara konsentrasi dan absorbansi yaitu  $y=0,0942x$  dalam hal ini  $y$  adalah absorbansi dan  $x$  adalah konsentrasi. Dengan mengetahui persamaan linier kurva kalibrasi dan absorbansi sampel, didapatkan kurva konsentrasi amonia pada masing-masing sampel seperti berikut :



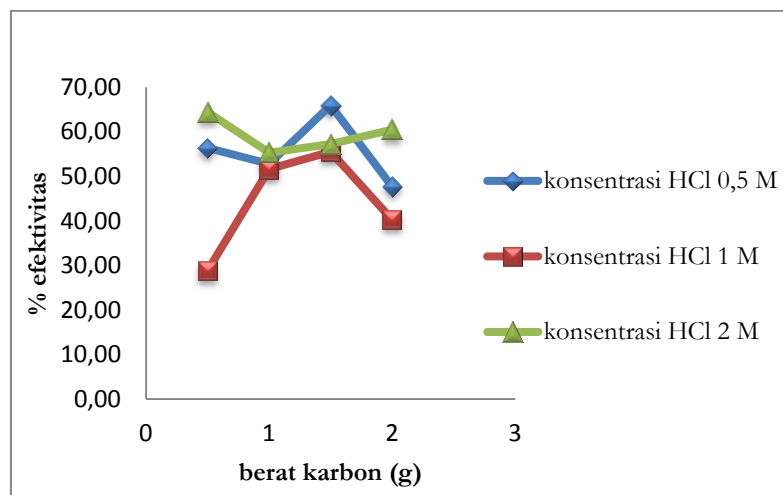
Gambar 2. Hubungan Berat Karbon terhadap Konsentrasi Amonia

Grafik diatas digunakan untuk menentukan kondisi optimum pada penambahan karbon aktif terhadap konsentrasi amonia. Dari grafik tersebut dapat diketahui bahwa pada kondisi optimum didapatkan pada konsentrasi HCl 0,5 M dengan berat karbon 1,5 gram. Selanjutnya dengan kondisi optimum tersebut dilakukan perlakuan dengan variasi waktu pengadukan. Variasi waktu yang digunakan yaitu 10 menit, 20 menit, 50 menit, 100 menit, dan 150 menit. Hasil perlakuan dengan variasi waktu tersebut dapat dilihat dalam grafik berikut :



Gambar 3. Hubungan Waktu Pengadukan terhadap Konsentrasi Amonia

Dari grafik tersebut diketahui bahwa semakin lama waktu pengadukan maka konsentrasi amonia semakin menurun. Akan tetapi pada waktu pengadukan 150 menit terjadi kenaikan konsentrasi *outlet* amonia dibandingkan pada waktu pengadukan 100 rpm. Ini dapat terjadi karena karbon aktif sudah dalam titik jenuh sehingga sudah tidak dapat mengadsorpsi lagi. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Roesiani 2015) tentang penelitiannya yang berjudul keefektifan lama kontak karbon aktif terhadap penurunan kadar amonia limbah cair industri tahu di desa Teguhan Sragen wetan. Dari penelitian tersebut dijelaskan bahwa dalam penggunaannya, sering ditemukan kejadian bahwa karbon aktif yang tidak lagi bekerja secara optimal atau tidak efektif menyerap zat-zat yang terkandung dalam air. Hal ini bisa disebabkan karbon aktif sudah mengalami kejenuhan karena pori-porinya yang sudah terlalu banyak menyerap zat-zat disekitarnya sehingga tertutup dan tidak bisa menyerap zat-zat lagi. Untuk mengetahui perlakuan yang paling efektif dapat dilihat dalam grafik berikut



Gambar 4. Hubungan Berat Karbon terhadap Keefektifan

Dari grafik tersebut terlihat bahwa keefektifan tertinggi di dapat pada penambahan berat karbon sebanyak 1,5 gram dengan konsentrasi HCl pengaktif karbon 0,5 M. Sehingga dari penelitian yang dilakukan didapatkan kondisi optimum dalam pengolahan limbah cair tahu untuk penurunan amonia yaitu dengan penambahan karbon sebesar 1,5 gram dari arang yang diaktifkan dengan HCl 0,5 M dengan waktu pengadukan 100 rpm. Dimana pada perlakuan tersebut didapatkan konsentrasi amonia outlet 2,249 mg/l dengan keefektifan sebesar 92,57%. Hal ini sudah memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 3 Tahun 2010 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Kawasan Industri dengan parameter kadar amonia maksimum adalah 20 mg/L.

#### 4. PENUTUP

Dari penelitian yang dilakukan didapatkan kesimpulan bahwa abu sekam padi sisa pembakaran boiler dapat digunakan sebagai bahan penyerap amonia limbah cair tahu. Dengan perlakuan berdasarkan kondisi optimum hasil perlakuan sudah memenuhi baku mutu yang ditetapkan oleh pemerintah. Untuk pengembangan dapat dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kualitas karbon aktif dari abu sisa pembakaran boiler, serta pengaplikasiannya dalam limbah industri yang lain dengan variabel yang berbeda.

#### DAFTAR PUSTAKA

- An Adhd Educational Intervention For Elementary Schoolteachers: A Pilot Study. (1998). Barbaresi, W. J., & Olsen, R. D. *Journal Of Developmental & Behavioral Pediatrics*, 7(2), 18–24.
- khofiyanida, elok, dkk. 2015. Pemanfaatan limbah padat sisa pembakaran sebagai adsorpsi limbah cair pada pabrik tahu., 88-99. Universitas Wahid Hasyim.
- Irmanto Dan Suyata, 2009. Penurunan Kadar Amonia, Nitrit, Dan Nitrat Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Arang Aktif Dari Ampas Kopi, *Molekul*, 4(2): 105-114.
- Roesiani, Lina. 2015. Keefektifan Lama Kontak Karbon Aktif terhadap Penurunan Kadar Amonia Limbah Cair Industri Tahu di desa Teguhan Sragen Wetan Sragen. Publikasi Ilmiah. Universitas Muhammadiyah Surakarta.